

东海黑潮溶解氧的最大值及其与其他因子的关系*

于振娟

(中国科学院海洋研究所)

关键词 溶解氧, 相关关系

提要 本文用日本气象厅出版的“海洋气象观测资料”(1954—1984年),对东海黑潮G断面上溶解氧最大值变化特征进行了分析研究。用回归分析方法得到了溶解氧最大值与表层最大流速、风应力涡度等因子之间的相关关系。

海洋中溶解氧垂直分布的最大值,是许多海洋学者所关注的课题,不同的作者解释不尽相同。Ichiye^[6]认为,密度跃层中溶解氧的最大值,是由于氧的涡动扩散比热涡动传导慢,在增温时,氧来不及释放到大气中来,因而呈现出过饱和状态。Thompson^[7]认为,在太平洋北部及东北部的25—50m处,氧的最大值层是与光合带相适应的。毛汉礼等^[1]认为,在夏季,凡是黄海冷水盘踞的地方,几乎都有一个中间高氧层,大致都在温跃层的下界附近;中间高氧层可作为黄海冷水的一项指标。顾宏堪^[2]认为,黄海夏季溶解氧垂直分布最大值的形成原因,主要是由冬季保持而来的。熊庆成等^[4]认为,南黄海溶解氧中层最大值和高氧层,不论在黄海冷水强盛的夏季,还是在它势力趋于减弱的秋末冬初,它总是和冷水共存。本文所分析溶解氧的最大值和高氧层,大都位于温跃层下界附近,这与文献[1]是一致的。

作者所用的资料是日本气象厅出版的“海洋观测资料”^[5],管秉贤等^[3]计算出的夏威夷群岛附近海面风应力涡度资料(1950—1973年)。本文用统计方法,对东海黑潮水文资料最长的G断面(范围在 $128^{\circ}15'E, 27^{\circ}30'N$ — $126^{\circ}00'E, 29^{\circ}00'N$)进行了系统地分析和研究,得到了一

些有意义的结果,以期对东海黑潮溶解氧最大值的分布特征及其与其它环境因子的关系有一个比较明确的认识。

一、溶解氧最大值的分布特征

1. 溶解氧的垂直变化

本文通过对30多年来(1954—1984年)G断面历史资料的分析得出,就气候式平均状况而言,东海黑潮区各站溶解氧垂直分布的极大值一般在20—75m之间,大多位于陆架浅水区域上(100—200m)。现以G断面为例,溶解氧最大值的分布,大约在 G_5 — G_6 站附近($126^{\circ}30' - 126^{\circ}00'E; 28^{\circ}40' - 29^{\circ}00'N$),水深约为150m以浅。溶解氧最大值垂直分布一般为20—75m,但有时最深可达200m。在溶解氧最大值以下,随深度的增加而溶解氧值迅速减小,在水深800m以深,溶解氧值减小到2.0ml/L以下。文献[4]指出,黄海冷水团溶解氧最大值有双峰结构出现,作者在分析过程中,也注意到黑潮区域溶解氧的双峰结构。如1984年5月,在 G_5 站上,溶解氧最大值也出现双峰结构,分别位于75m和200m层上,溶解氧最大值约为5.38ml/L和

* 中国科学院海洋研究所调查研究报告第1562号。

5.32ml/L。另外,从分析结果(图1)可以看出,东海黑潮溶解氧最大值大多位于温度和盐度跃层的下界附近,这一现象与毛汉礼等分析黄海冷水团的结果一致。从分析结果还可以看出(见图2),在东海黑潮G断面上,溶解氧最大值层确实存在,一般说来,它位于20—50或30—75m层上,其最大值约为6.20—6.50ml/L和6.00—6.40ml/L。

2. 溶解氧最大值及其变化

东海黑潮溶解氧最大值随季节变化较显著。在春季最大,夏季、冬季次之,在秋季最小。

1984年5月,在G₅站50m的水层上出现溶解氧最大值,约为6.55ml/L,在温、盐度跃层的下界附近(水深136m,位于陆架、陆坡附近),温度跃层强度,约为0.41°C/m。春季,在30,50和75m层上,呈现溶解氧最大值层。在G断面上,30年来,溶解氧最大值共有8次超过6ml/L。溶解氧最大值集中分布在G₅—G₆站上。溶解氧最大值在春季的所在深度较浅,平均约为23m,最深处为75m(见图2)。溶解氧最大值在春季变化最大,在6.55—5.14ml/L之间。

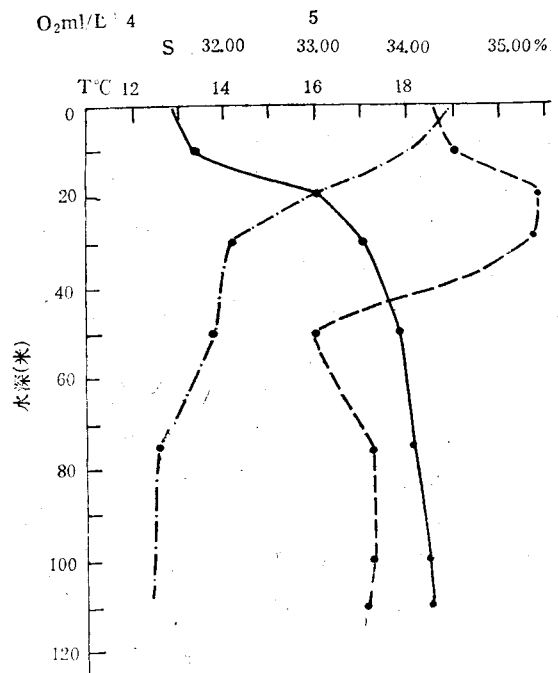


图1 1972年5月, G₆站溶解氧、温度、盐度与深度的关系

Fig. 1 Relationship of oxygen, temperature and salinity with depth at G₆, 1972. 5.

· · · · · 温度; - - - - 溶解氧; . — . 盐度

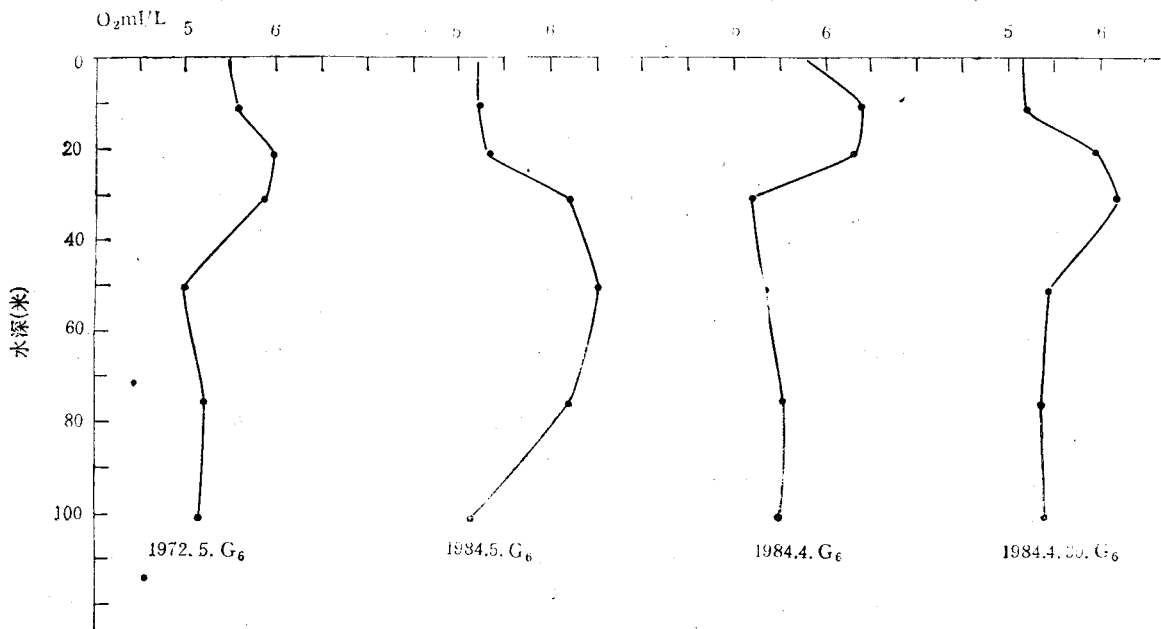


图2 1984年4月和5月,1972年5月, G₆站溶解氧与深度的关系

Fig. 2 Relationship between oxygen and depth in G₆ 1984. 4., 1984. 5., 1972. 5.

1970年8月,1966年2月分别在 G_1 站(该站水深710m)29m处、 G_6 站(该站水深约为105m)表层0m处出现溶解氧最大值,为5.83 ml/L,5.74 ml/L。夏季溶解氧最大值变化较春季小,在5.83—4.80 ml/L之间,约为1.03 ml/L。夏季溶解氧最大值所在深度较春季深,平均约为37m。但有时可达75m,例如,1955年7月,1959年6月分别在 G_1 站(该站水深约为780m)、 G_3 站75m处出现溶解氧最大值5.00 ml/L、5.14 ml/L。冬季,溶解氧最大值变化较小,约为0.52 ml/L,在5.74—5.22 ml/L之间。冬季溶解氧最大值所处的深度最深,平均约为45m。有时可达125m,例如,1958年2月,1976年2月分别在 G_5 站、 G_6 站125m处出现溶解氧最大值5.30 ml/L,5.32 ml/L。

秋季,溶解氧最大值最小。1960年10月在 G_3 站(该站水深约为1000m)20m层上出现溶解氧最大值,约为5.18 ml/L。秋季溶解氧最大值变化最小,约为0.51 ml/L,在5.18—4.67 ml/L之间。秋季溶解氧最大值所处深度平均约为32m。有时可达100m,例如,1964年9月,1980年10月,1977年10月分别在 G_1 站、 G_3 站、 G_1 站出现溶解氧最大值4.88 ml/L、4.79 ml/L和4.74 ml/L。

二、溶解氧最大值与其它环境因子的关系

1. 溶解氧最大值和表层最大流速的关系

本文通过资料分析,用统计方法,对G断面上^[5]溶解氧最大值和表层最大流速进行了相关

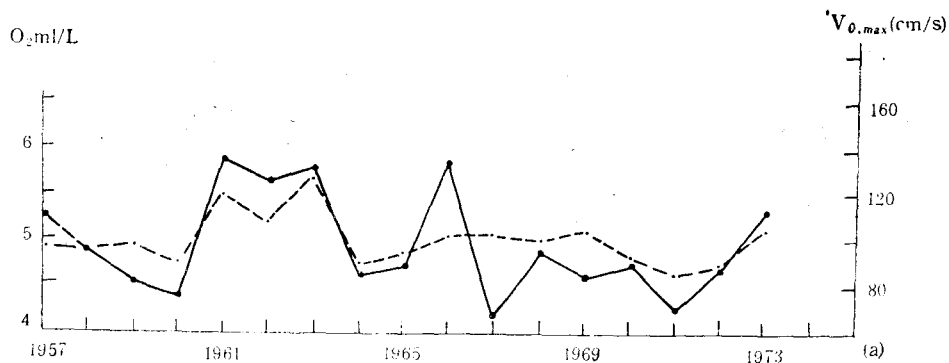


图3 东海黑潮G断面上溶解氧最大值和表层最大流速的关系

Fig. 3 The correlations between the maximum oxygen at the G section of the Kuroshio and the maximum velocity

—•— 表层最大流速; - - -• - - - 溶解氧;

分析,分析结果得出,这两者之间存在着较密切的相关关系(见图3),即当表层最大流速增加时,溶解氧最大值亦增大,其位相差为零。当N(观测次数)为17时,显著性水准 α 为0.01,相关系数最小值为61%。本文分析结果,其相关系数约为73%,超过了相关显著性水准,所以分析的相关关系是有意义的,其相关关系式为:

$$O_2 = 4.16 + 0.009v_{0,\max} \quad r = 73\% \quad (1)$$

2. 溶解氧最大值与风应力涡度的关系

本文所用的风应力涡度资料(1957—1973),取自管秉贤等^[6]文中计算值。通过相关

分析,得出东海黑潮G断面上流轴处早春溶解氧最大值与冬季夏威夷群岛附近海面风应力涡度值之间存在着较密切的相关关系(见图4)。也就是说,冬季夏威夷群岛附近海面风应力涡度值增大,东海黑潮G断面上流轴处早春溶解氧最大值亦大。反之,冬季夏威夷群岛海面附近风应力涡度减小时,东海黑潮G断面上流轴处早春溶解氧最大值亦减小。两者之间的位相差约为两个月。当N(观测次数)为17时,显著性水准 α 为0.01,相关系数最小值为61%,本文分析结果得出,相关系数约为74%,超过了

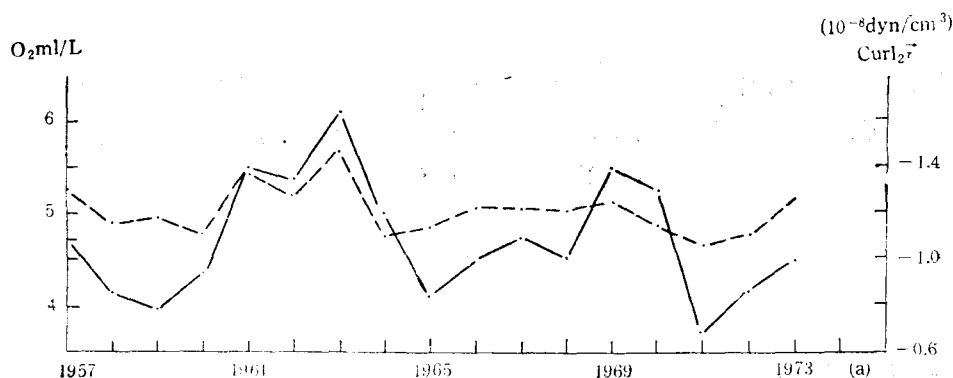


图4 东海黑潮G断面上流轴处早春溶解氧最大值与冬季夏威夷群岛附近海面风应力涡度的关系

Fig. 4 The correlation between the maximum oxygen in spring those of wind stress curl in winter over the sea near Hawaiian Islands

—·—·—· 风应力涡度 (10^{-8}dyn/cm^3); - - - - 溶解氧 (ml/L)。

相关显著性水准。因此本文分析的相关关系是有意义的,其相关关系式为

$$O_2 = 4.196 + 0.767\text{Curl}_{27}, r = 74\% \quad (2)$$

三、结果与讨论

1. 东海黑潮G断面上溶解氧最大值,在春季和冬季均位于G₅-G₆站上。在夏季,68%位于G₅-G₆站,18%位于G₁站。在秋季,67%位于G₅-G₆站,19%位于G₁站。

2. 东海黑潮G断面上溶解氧随季节变化,在春季变化最大,约为1.41 ml/L;在夏季为1.01 ml/L,在冬季、秋季分别为0.52 ml/L和0.51 ml/L。

3. 东海黑潮G断面上溶解氧最大值所在的深度,春季最浅,平均约为23m;秋季和夏季其次,平均深度约为32m和37m;冬季最深,平均约为45m。

4. 东海黑潮G断面上溶解氧最大值与表层最大流速之间存在着较密切的相关关系,相关系数约为73%,达到了 α 为0.01相关显著性水准。

5. 东海黑潮G断面上流轴处早春溶解氧最

大值与夏威夷群岛海面附近冬季风应力涡度之间存在着良好的相关关系,两者之间位相差约为2个月,相关系数约为74%,达到了 α 为0.01相关显著性水准。

参 考 文 献

- [1] 毛汉礼等,1964。南黄海和东海北部(28°—37°N)夏季的水文特征以及海水类型水系的初步分析。海洋科学集刊 01: 23—77。
- [2] 顾宏堪,1980。黄海溶解氧垂直分布的最大值。海洋学报 2(2): 70—80。
- [3] 管秉贤等,1979。东海G断面上二十年(1956—1975)来黑潮表层流速的变动,科学通报 21: 990—994。
- [4] 熊庆成等,1986。秋末南黄海冷水团区溶解氧垂直结构及其最大值的分析研究。海洋科学集刊 27: 107—114。
- [5] 日本气象厅,1954—1984。气象厅海洋气象观测资料。No. 17—16。
- [6] Ichiys, T., 1954. On the distribution of oxygen and their seasonal variations in the adjacent seas of Japan Part 11 Oceanogr. May. 6:2.
- [7] Thompson, T., B. Thomas and C. Barnes, 1934. Distribution of dissolved oxygen in North Pacific Ocean, James Johnston memorial volume, Vniv, Liverpool.

**THE MAXIMUM OXYGEN OF THE KUROSHIO IN THE
EAST CHINA SEA AND THEIR RELATION TO
OTHER FACTORS***

Yu Zhenjuan

(Institute of Oceanology, Academia Sinica)

Key Words: Oxygen, Correlation

Abstract

Based on the data of oxygen and GEK given by "JMA" (1954—1984) and the data of wind stress curl over the sea near Hawaiian Islands of Guan Bingxian (1979), the relation of the maximum oxygen of the Kuroshio in the East China Sea to other factors is analyzed.

* Contribution No. 1562 from the Institute of Oceanology, Academia Sinica.